



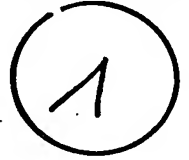
19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 196 42 824 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 21 D 26/02**



21 Aktenzeichen: 196 42 824.6  
22 Anmeldetag: 17. 10. 96  
43 Offenlegungstag: 23. 4. 98

DE 196 42 824 A 1

71 Anmelder:  
Bartels, Hermann, 63165 Mühlheim, DE  
74 Vertreter:  
Blumbach, Kramer & Partner GbR, 65193  
Wiesbaden

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

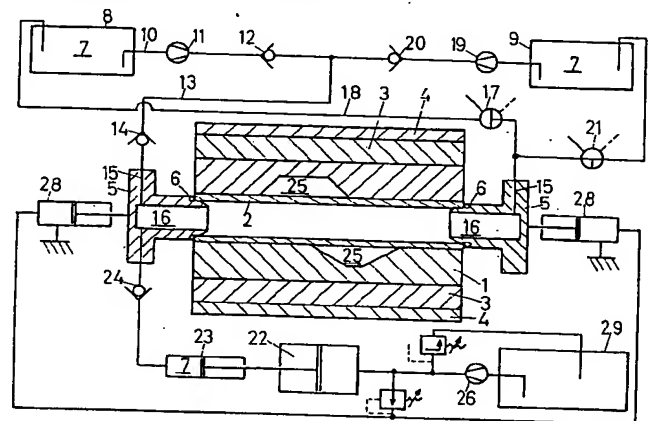
56 Entgegenhaltungen:  
DE-PS 4 47 198  
DE 1 95 07 611 A1  
DE 44 41 192 A1  
DE 29 41 972 A1  
US 44 37 326  
US 38 96 648

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Verformen von Hohlprofil-Werkstücken aus Metall

57 Es wird ein Verfahren zum Verformen von Hohlprofil-Werkstücken (2) aus Metall beschrieben, bei dem das Werkstück in eine Preßform (1) eingelegt wird, deren Innenkontur (25) der zu erzeugenden Form des Werkstücks (2) entspricht. Nach Schließen der Preßform (1) verformt ein eingepreßtes Druckmedium (7) das Werkstück (2) unter Anlegen an die Innenkontur der Preßform (1). Zur möglichst schnellen Erwärmung des Werkstücks (2) auf die gewünschte Umformungstemperatur wird erhitztes Druckmedium (7) durch das Werkstück bis zum Erreichen der Umformungstemperatur geleitet. Anschließend wird das Druckmedium (7) unter Umformdruck in das Werkstück gepreßt. Das schnelle Abkühlen des Werkstücks (2) erfolgt durch Spülen mit kaltem Druckmedium (7). Durch das schnelle Aufheizen und Abkühlen vermeidet man unerwünschte Gefügeveränderungen im Werkstück (2). Als Druckmedium wird ein Wärmeträgeröl mit einem Dampfdruck von 1 bar bei einer Temperatur von 250°C oder mehr verwendet, so daß sich auch hohe Umformtemperaturen verwirklichen lassen.



DE 196 42 824 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verformen von Hohlprofil-Werkstücken aus Metall, bei dem das Werkstück in eine Preßform eingelegt wird, deren Innenkontur der zu erzeugenden Form des Werkstücks entspricht und bei dem nach Schließen der Preßform ein Druckmedium in das Werkstück eingepreßt wird, derart, daß das Werkstück unter Anlegen an die Innenkontur der Preßform verformt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, Hohlprofil-Werkstücke umzuformen, indem die Werkstücke in eine Preßform mit einer Innenkontur eingelegt werden, die der zu erzeugenden Form des Werkstücks entspricht. Mit einem druckerzeugenden System, beispielsweise einem Druckzylinder, wird dann Öl oder eine Wasser-Öl-Emulsion unter Druck in das Werkstück eingepreßt. Man erreicht dadurch ein Anlegen der Werkstoffwand an die Innenkontur der Preßform. Öl oder eine Wasser-Öl-Emulsion läßt sich jedoch nur bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen im Bereich unter 100°C verwenden. Die dabei zu erreichenden Verformungsgrade von beispielsweise Aluminium sind relativ klein.

Aus der DDR-PS 25 188 ist es bereits bekannt, Feststoffteile, beispielsweise Sand oder kleine Kugeln, als Druckmedium zu verwenden. Die erreichbaren Verformungsgrade reichen jedoch nicht aus, insbesondere deswegen, weil sich bei der Verwendung der erforderlichen hohen Drücke die Feststoffteilchen ineinander verkeilen und keine weitere Verformung mehr zulassen.

Bekannt ist es auch bereits, zur Druckerzeugung im Druckmedium einen Dorn in das Druckmedium einzupressen. Dabei kann der Dornbewegung eine Stauchbewegung des Werkstücks überlagert sein und das Einpressen des Dorns in zwei oder mehreren Schritten erfolgen (DE-OS 43 09 932).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art verfügbar zu machen, das eine starke Verformung bis zu 100% und mehr auch bei komplizierten und von der geraden Form abweichenden Hohlprofil-Werkstücken bei sehr kurzen Taktzeiten und geringfügiger Gefügebelastung des Werkstückmaterials ermöglicht. Das Verfahren soll dabei insbesondere bei Aluminium, aber auch bei anderen Metallen, einschließlich von Stahl, anwendbar sein. Daneben will die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angeben. Die Lösung der Aufgabe ist im Anspruch 1 bzw. Anspruch 6 gekennzeichnet.

Durch das Spülen mit dem heißen Druckmedium kann ein außerordentlich schnelles Aufheizen des Werkstücks auf die gewünschte Verformungstemperatur erreicht werden, so daß der anschließende Verformungsschritt schnell und ohne große Gefügebelastung erfolgen kann. Danach ist wiederum eine schnelle Abkühlung durch das Spülen mit dem kalten Druckmedium möglich, so daß das Werkstück schon nach kurzer Zeit aus der geöffneten Preßform entnommen werden kann. Mit dem schnellen Abkühlen in der Form ist außerdem ein Kalibrieren des Teils verbunden, d. h. das Material ist jetzt stabil und kann seine Form nicht mehr verändern. Die Verwendung eines Wärmeträgeröls der heute verfügbaren Art, das erst im Bereich von 250°C oder darüber einen Dampfdruck von 1 Bar entwickelt, ermöglicht die Anwendung der gewünschten hohen Umformtemperaturen. Die Form des Werkstücks spielt keine wesentliche Rolle, weil der Umformdruck an allen Punkten des Werkstücks unabhängig von dessen Form gleich ist.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. So kann für die Zuführung des heißen bzw. kalten Druckmediums je ein Behälter vorgesehen sein, der

auf einer Temperatur im Bereich von etwa 250°C oder darüber bzw. 20°C gehalten ist. Das heiße bzw. kalte Druckmedium wird zweckmäßig mit Hilfe von Pumpen im Kreislauf über die Behälter und durch das Werkstück geführt.

Am Anfang bzw. auch am Ende eines Taktzyklus kann das Werkstück mit einem inerten Gas, beispielsweise Stickstoff, gespült werden. Dadurch läßt sich zum einen die Bildung eines zündfähigen Gemischs aus noch vorhandenem Sauerstoff und Teilen der Wärmeträgerflüssigkeit vermeiden und zum anderen am Ende eines Zyklus die restliche Wärmeträgerflüssigkeit aus dem Werkstück entfernen. Um eine Schwächung der Wandstärke des Werkstücks beim Umformen ganz oder teilweise zu vermeiden, kann vorgesehen sein, daß das Werkstück während des Umformens von wenigstens einem Ende aus nachgeschoben wird.

Bei der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens werden zweckmäßig zwei Endverschlüsse für das Werkstück vorgesehen, die dichtend an die stirnseitigen Endflächen des Werkstücks anlegbar sind und einen Durchgang für die Zu- bzw. Abführung des Druckmediums in das Werkstück besitzen. Je ein Hydraulikzylinder ist für das Nachschieben der Endverschlüsse und damit des Werkstücks während der Umformung vorgesehen. Die Hochdruckpumpe zur Erzeugung des Druckmediums mit dem Umformdruck sowie die Hydraulikzylinder für die Endverschlüsse werden mit Vorteil rechnergesteuert (NC-gesteuert), wobei der Vorschub der Endverschlüsse abhängig vom Umformungsfortschritt erfolgt.

Nachfolgend wird das Verfahren nach der Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels für eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Preßform mit allen zugeordneten Bauteilen und Nebenaggregaten zur Durchführung des Verfahrens und

Fig. 2 die Preßform mit den Nebenaggregaten gemäß Fig. 1 nach Durchführen einer Verformung.

Die Preßform 1 ist in bekannter Weise teilbar (nicht dargestellt), so daß nach Öffnen der Form das Werkstück 2 im vorliegenden Fall ein Aluminiumrohr, eingelegt werden kann. Um die Preßform 1 auf einer gewünschten mittleren Temperatur zu halten, ist sie von einer elektrischen Heizung 3 mit anschließender Wärmeisolierung 4 umgeben. Von beiden Seiten her sind gegen die Endflächen des Werkstücks 2 T-förmige Endverschlüsse 5 über Dichtungen 6 angesetzt, wobei zur Führung das vordere Ende der Endverschlüsse 5 in das Werkstück 2 eindringt. Die beiden Endstücke 5 können mit Hilfe von Hydraulikzylindern 28 verschoben werden, insbesondere das Werkstück 2 während des Umformvorgangs nachschieben, wie noch beschrieben werden soll.

Zum Spülen des Werkstücks 2 mit heißem bzw. kaltem Wärmeträgeröl sind zwei Behälter 8 bzw. 9 vorgesehen, die über Ventile und Leitungen bzw. Schläuche sowie Pumpen mit dem Werkstück derart verbunden sind, daß jeweils ein Kreislauf geschaffen werden kann.

Im einzelnen verlaufen die Kreisläufe wie folgt:

Kalter Kreislauf:

aus dem Behälter 8 über eine Leitung 10, eine Pumpe 11, ein Rückschlagventil 12, eine Leitung 13, ein Rückschlagventil 14, eine Bohrung 15 sowie einen Durchgang 16 im linken Endverschluß 5, das Werkstück 2, einen Durchgang 16 sowie eine Bohrung 15 im rechten Endverschluß 5, ein Ventil 17 und eine Leitung 18 zurück zum Tank 8.

Heißer Kreislauf:

vom Behälter 9 über eine Pumpe 19, ein Rückschlagventil 20, die Leitung 13, das Rückschlagventil 14, den linken Endverschluß 5, das Werkstück 2, den rechten Endverschluß 5 und ein Ventil 21 zurück zum Tank 9.

Zur Erzeugung des hohen Umformdrucks im Druckmedium 7 dient ein Hydraulikzylinder 22 mit verhältnismäßig großem Querschnitt, der zur Druckübersetzung auf einen mit dem Druckmedium 7 gefüllten Zylinder 23 mit verhältnismäßig kleinem Querschnitt wirkt. Das Druckmedium 7 kann dann aus dem Zylinder 23 über ein Rückschlagventil 24 und den linken Endverschluß 5 in das Werkstück 2 gepreßt werden, wobei beide Ventile 17 und 21 geschlossen sind. Ein Hydrauliktank 29 versorgt über eine Pumpe 26 mit Druckregelung 27 den Hydraulikzylinder 22 und die Zylinder 28 der Endverschlüsse 5.

Es soll jetzt ein Takt- oder Arbeitszyklus der Vorrichtung entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben werden.

Zu Beginn des Zyklus sind alle Teile in der in Fig. 1 dargestellten Position, d. h. das Werkstück 2 ist in die Preßform eingelegt, und die beiden Endverschlüsse 5 sind an die Stirnseiten des Werkstücks 1 angesetzt. Es wird dann zunächst durch Einschalten der Pumpen und Ventile der heiße Kreislauf (s. oben) eingeschaltet, so daß das Werkstück 2 schnell auf die Umformtemperatur aufgeheizt wird. Nach Schließen der Ventile 17 und 21 wird dann heißes Druckmedium 7 mittels des Hydraulikzylinders 22 und des Zylinders 23 über das Rückschlagventil 24 und den linken Endverschluß 5 in das Werkstück 2 unter einem Druck von beispielsweise 350 B eingepreßt. Dadurch wird, wie in Fig. 2 dargestellt, die Wandung des Werkstücks 2 in die Formkavitäten 25 eingepreßt und an die Wandung der Form 1 angelegt. Gleichzeitig schieben die beiden Hydraulikzylinder 28 von beiden Seiten her die Endverschlüsse 5 und damit die Enden des Werkstücks 2 in Richtung auf das Innere der Preßform 1, so daß beim Eindringen der Werkstückwandungen in die Kavitäten 25 keine oder eine nur geringfügige Wandstärkenschwächung auftritt. Der Vorschub der Zylinder 28 erfolgt dabei unter NC-Steuerung, und zwar abhängig vom Grad der Verformung, d. h. abhängig vom Vorschub des Zylinders 23.

Nach vollständiger Verformung des Werkstücks 2 wird der kalte Kreislauf (s. oben) in Gang gesetzt, so daß das Werkstück 2 schnell abkühlt und aus der Form 1 entnommen werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Verformen von Hohlprofil-Werkstücken (2) aus Metall, bei dem das Werkstück in eine Preßform (1) eingelegt wird, deren Innenkontur (25) der zu erzeugenden Form des Werkstücks (2) entspricht und bei dem nach Schließen der Preßform (1) ein Druckmedium (7) in das Werkstück (2) eingepreßt wird, derart, daß das Werkstück unter Anlegen an die Innenkontur (25) der Preßform (1) verformt wird, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- a) Einlegen des Werkstücks (2) in die Preßform (1) und Schließen der Form,
- b) Durchleiten von erhitztem Druckmedium (7) durch das Werkstück (2) bis zum Aufheizen des Werkstücks (2) auf Umformtemperatur,
- c) Verschließen des Auslaufs (17, 21) am Werkstück (2),
- d) Einpressen des Druckmediums (7) unter Umformdruck in das Werkstück,
- e) schnelles Abkühlen des Werkstücks (2) durch Spülen mit kaltem Druckmedium (7),
- f) Öffnen der Preßform (1) und Entnahme des fertigen Werkstücks (2),
- g) Verwenden eines Wärmeträgeröls mit einem Dampfdruck von 1 B bei einer Temperatur von

250°C oder mehr als Umformmedium.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung des heißen bzw. kalten Druckmediums (7) ein auf einer Temperatur im Bereich von etwa 250°C oder mehr bzw. ein auf einer Temperatur von etwa 20°C gehaltener Behälter (9, 8) vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das kalte bzw. heiße Druckmedium im Kreislauf über die Behälter (8, 9) und durch das Werkstück (2) gepumpt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (2) am Anfang und/oder am Ende eines Zyklus mit einem inerten Gas, vorzugsweise Stickstoff, gespült wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (2) während des Umformens von wenigstens einem Ende aus nachgeschoben wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Hochdruckpumpe (22, 23) zur Erzeugung des Umformdrucks für das Druckmedium, wobei die Hochdruckpumpe (22, 23) über ein Ventil (24) an den Zulauf (16) zum Werkstück (2) angeschlossen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch zwei Endverschlüsse (5) für das Werkstück (2), die dichtend (26) an die stirnseitigen Endflächen des Werkstücks (2) anlegbar sind und einen Durchgang (15, 16) für die Zu- bzw. Abführung des Druckmediums (7) in das bzw. aus dem Werkstück (2) besitzen und durch je einen Hydraulikzylinder (6) zum Nachschieben der Endverschlüsse (5) und damit des Werkstücks (2) während des Umformens.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe (22, 23) und die Hydraulikzylinder (6) NC-gesteuert sind, wobei der Vorschub der Endverschlüsse (5) abhängig vom Umformfortschritt erfolgt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Tank (9) für das heiße Druckmedium (7) mit seinem Kreislauf (17, 20, 13, 14, 15, 16, 21) als geschlossenes System ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

